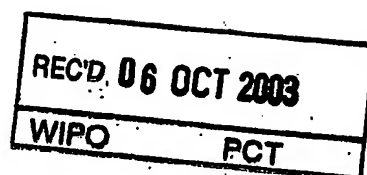




BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE



Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 05 SEP. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

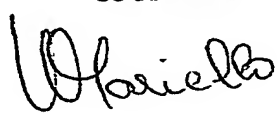
Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

CS 540 W 260599

REMISE DES PIÈCES DATE 24 JUIN 2002 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT 0208038 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 24 JUIN 2002 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET GERMAIN ET MAUREAU 12 RUE BOILEAU 69006 LYON	
Vos références pour ce dossier (facultatif) DoG/VP/B05B37875 B FR			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° / /	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° / /	
Transformation d'une demande de brevet européen		N° / /	
Demande de brevet initiale			
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Dispositif fluide permettant de manière thermo-pneumatique l'isolement et éventuellement l'agitation du contenu d'une cavité opératoire			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation / / N° Pays ou organisation / / N° Pays ou organisation / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		BioMérieux	
Prénoms			
Forme juridique		SOCIETE ANONYME A CONSEIL D'ADMINISTRATION	
N° SIREN		6 . 7 . 3 . 6 . 2 . 0 . 3 . 9 . 9	
Code APE-NAF		7 . 1 . 3 . Z	
Adresse	Rue		
	Code postal et ville	69280 MARCY L'ETOILE	
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 24 JUIN 2002 LIEU 99 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		DoG/VP/B05B 37875 B FR	
<input checked="" type="checkbox"/> MANDATAIRE			
Nom		GUERRE	
Prénom		Dominique	
Cabinet ou Société		CABINET GERMAIN ET MAUREAU	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		921104	
Adresse	Rue	12 RUE BOILEAU	
	Code postal et ville	69006	LYON
N° de téléphone (facultatif)		04 72 69 84 30	
N° de télécopie (facultatif)		04 72 69 84 31	
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<input checked="" type="checkbox"/> RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<input checked="" type="checkbox"/> RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<input checked="" type="checkbox"/> SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Dominique GUERRE CPI 921104		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES
DATE

24 JUIN 2002

LIEU

99

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)

DoG/VP/B05B37875 B FR

**4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE**

Pays ou organisation	N°
Date	/ /
Pays ou organisation	N°
Date	/ /
Pays ou organisation	N°
Date	/ /

5 DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Adresse

Rue

31-33 rue de la Fédération

Code postal et ville

75015 PARIS

Pays

FRANCE

Nationalité

FRANCE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

5 DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Adresse

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**10 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)**

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

Blaiello

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

**Dispositif fluïdique permettant de manière thermo-pneumatique
l'isolement et éventuellement l'agitation du contenu d'une cavité
opératoire**

5 La présente invention concerne un dispositif fluïdique comprenant ou associé à une cavité opératoire du type réacteur, permettant de manière purement thermo-pneumatique, c'est-à-dire sans aucune pièce mécanique ou mobile, d'une part l'isolement du contenu de ladite cavité, et d'autre part l'isolement avec agitation du contenu de cette cavité.

10 Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif fluïdique du type micro-fluïdique, utilisable à titre d'exemple dans des systèmes ou dispositif du type "laboratoire sur puce" (en anglais "lab-on-a-chip"). Aujourd'hui, aux fins de différentes applications médicales, pharmaceutiques, biologiques et chimiques, la micro-fluïdique est un domaine technique en développement. En
15 simplifiant, il s'agit de traiter des liquides, gaz, et solides le cas échéant, dans des dispositifs ou structures dont l'unité de volume est comprise entre 1 nano litre et 1 microlitre. A cette échelle, il est en conséquence requis ou préféré d'exclure toute pièce du type mécanique, en particulier avec pièce mobile, et à
20 titre d'exemple la thermo-pneumatique est retenue comme principe d'actionnement ou moteur, en particulier pour la circulation de liquide dans de tels systèmes.

 Les principales fonctions requises à une échelle bien supérieure pour traiter des liquides et des gaz ont été conçues et développées pour être adaptées à l'échelle micro-fluïdique.

25 S'agissant tout d'abord des valves ou vannes, ou plus généralement des moyens permettant tout contrôle du débit d'un liquide, différentes solutions mettant en œuvre des microbulles de gaz ou vapeur ont été proposées. On se référera à titre d'exemple aux publications suivantes :

- 30 A) Y.S-Leung Ki, M.Kharouf, HTG Van Lintel, M. Haller, Ph. Renaud, Bubble Engineering Valving applications, IEEE-EMBS, 2000,390-393
 B) Alexandros P.Papavasilliou, Doran Liepmann, Albert P. Pisano, Electrolysis-Bubble Actuated Gate Valve, Solid-State-Sensor and Actuator Workshop, 2000, 48-51.

S'agissant de la fonction pompage d'un liquide et plus généralement de l'augmentation de la pression d'un dit liquide, on citera à titre d'exemple les publications suivantes :

5 C) Jr-Hing Tsai et Liwei Lin, A thermal bubble actuated micro nozzle-diffuser pump, 14th IEEE Inter.Conf. On MEMS 2001, 409-412

D) K. Handique, D.T. Burke, C.H. Mastnagelo, and M.A. Burns, On-Chip thermopneumatic pressure for discrete drop pumping, Analytical chemistry, Vol.73, n°8, 2001, 1831-1838 .

10 S'agissant encore du mélange de deux composants, et par exemple de deux liquides, on se réfèrera à l'ouvrage suivant :

E) Wolfgang Ehrfeld, Wolker Hessel, Holger Lowe, Microreactors, New Technology for Modern Chemistry, Wiley-VCH, 2000,41-83.

15 A titre d'exemple, conformément au document WO 98/32526, on a proposé un dispositif fluidique, agencé à partir d'un ou plusieurs composants, par exemple à partir d'un même support, comprenant :

- une cavité opératoire, pour le mélange de deux fluides au moins,
- au moins deux conduits, par exemple d'entrée et de sortie, communiquant avec cette cavité opératoire, .
- au moins deux organes sans pièce mobile, du type vanne et/ou pompe, pour le contrôle de la cavité opératoire.

20 La présente invention a pour objet un dispositif fluidique permettant la réalisation de deux fonctions, à savoir :

- l'isolement du contenu d'une cavité opératoire, par exemple aux fins d'une réaction chimique ou biochimique, ou autre
- 25 - ou l'isolement du contenu de cette même cavité opératoire, avec agitation dudit contenu.

De manière générale, un dispositif fluidique selon l'invention agencé à partir d'un ou plusieurs composants, par exemple d'un support, comprend :

- 30 - une cavité opératoire,
- au moins deux conduits, par exemple d'entrée et de sortie d'un liquide d'intérêt, communiquant avec cette cavité opératoire,
- au moins deux organes sans pièce mobile, du type vanne et/ou pompe, pour le contrôle de la cavité,

- deux chambres de piégeage d'un gaz, par exemple de l'air résiduel, communiquant uniquement et respectivement avec les deux conduits, par deux canaux de liaisons respectivement, avec des moyens de contrôle de la pression du gaz dans l'une et/ou l'autre chambres de piégeage,

- 5 - éventuellement deux chambres d'expansion, disposées chacune entre la cavité opératoire et chaque conduit, chaque chambre communiquant d'un côté avec ledit conduit par un premier clapet capillaire sans pièce mobile, s'opposant à tout passage liquide vers la chambre, et de l'autre côté avec la même cavité par un second clapet capillaire, s'opposant à tout passage liquide
10 vers la chambre, les deux canaux de liaison reliant chacun une chambre de piégeage avec une chambre d'expansion.

Les moyens de contrôle de la pression du gaz dans l'une et/ou l'autre chambre de piégeage sont :

- ou deux sources chaudes (21, 22) en relation d'échange
15 thermique avec respectivement les deux chambres de piégeage (81, 82),
- ou une seule source chaude, en relation d'échange thermique avec les deux chambres de piégeage.

Par "source chaude", on entend toute source susceptible de délivrer et/ou recevoir de la chaleur.

- 20 Chacune de ces sources chaudes peut être une résistance intégrée sur le capot du dispositif fluidique, par exemple une résistance en platine réalisée par photolithographie, sur un capot en verre, alignée en vis-à-vis de l'une et/ou l'autre chambres de piégeage (81, 82) lors de l'assemblage du capot avec le support (12). Cette résistance peut être de l'ordre de 25 à 50
25 ohms.

Selon un autre mode de réalisation, il peut être avantageux de ne disposer que d'une seule source chaude, alternativement disposée en vis-à-vis de l'une (81) puis l'autre (82) chambre de piégeage.

- 30 Le contrôle de la pression du gaz résiduel dans l'une et/ou l'autre chambre de piégeage (81, 82) peut être réalisé autrement que par voie thermique, par exemple avec tous moyens extérieurs, par exemple à niveau d'eau, reliés aux chambres de piégeage (81, 82) par un conduit capillaire, ou par exemple une seringue remplie d'air et montée sur un pousse-seringue dont le déplacement permet de comprimer le gaz résiduel.

La présente invention est maintenant décrite par référence au dessin annexé, dans lequel :

- la figure 1 représente, de manière schématique, un dispositif
fluidique conforme à la présente invention ;
- 5 - les figures 2 et 3 représentent, toujours de manière
schématique, deux phases d'utilisation du dispositif selon la figure 1,
permettant d'isoler ou confiner la cavité opératoire, appartenant audit dispositif
;
- les figures 4 à 6 représentent de manière schématique
10 respectivement trois modes d'exécution de tout clapet capillaire appartenant à
un dispositif selon l'invention, et à titre d'exemple disposé au niveau de la
jonction entre un canal de liaison et une chambre d'expansion appartenant au
dispositif selon la figure 1 ;
- les figures 7 et 8 représentent respectivement deux phases
15 d'utilisation du dispositif représenté à la figure 1, pour agiter le contenu de la
cavité opératoire appartenant audit dispositif.
- les figures 9 à 11 représentent un autre mode d'exécution dit "à
seuil", d'une chambre d'expansion appartenant à un dispositif selon la figure 1,
les figures 9 à 11 représentant schématiquement et respectivement trois
20 phases du pilotage thermique d'une telle chambre d'expansion ;
- la figure 12 représente un mode d'exécution de la cavité
opératoire d'un dispositif fluidique conforme à la présente invention.

Conformément à la figure 1, un dispositif selon l'invention est
réalisé au moyen de micro-technologies, permettant d'obtenir dans tout support
25 plat, par exemple une structure creuse représentée schématiquement à grande
échelle sur la figure 1. Au rang de ces micro-technologies, on peut citer la
gravure chimique ou avec un plasma d'un support en silicium ou verre,
l'usinage, le moulage à chaud ("hot-embossing"), et l'injection ou l'ablation par
faisceau laser d'un support plan, par exemple en matière plastique, telle qu'un
30 polycarbonate. En pratique, on part du support plan ; à partir de l'une de ces
faces on obtient la structure creuse représentée schématiquement à la figure 1,
et on obture cette dernière, avec étanchéité, par l'intermédiaire d'au moins une
plaque ou film de fermeture venant en regard de la face du support dans

laquelle la structure creuse a été réalisée, et scellée ou collée contre ledit support, un capotage approprié revêtissant l'ensemble si nécessaire.

De manière générale, par référence à la figure 1, la structure creuse définit dans le support (12) un dispositif fluidique (1) comprenant :

- 5 - une cavité opératoire (3) ou micro-réacteur,
- au moins deux conduits (41, 42), par exemple d'entrée (41) et de sortie (42), d'un liquide d'intérêt (non représenté sur cette figure), communiquant indirectement avec la cavité opératoire (3),
- deux chambres de piégeage (81) et (82) d'un gaz, par exemple de l'air, communiquant respectivement, uniquement et indirectement avec les deux conduits (41, 42), par les deux chambres (81) et (82) étant deux canaux de liaison (91, 92) respectivement, les deux chambres (81 et 82) étant en relation d'échange thermique chacune avec une source chaude (21, 22),
- 10 - deux chambres d'expansion (61) et (62), disposées chacune entre ladite cavité opératoire (3) et chaque conduit (41) ou (42), chaque chambre communiquant d'un côté avec un dit conduit (41) ou (42) par un premier clapet capillaire (71) ou (72), c'est-à-dire un clapet sans pièce mobile, du type restriction capillaire, s'opposant à tout passage liquide vers ladite chambre d'expansion, et de l'autre côté avec la cavité opératoire (3), par un
- 15 second clapet capillaire (51) ou (52), tel que défini précédemment, s'opposant à tout passage liquide vers la chambre d'expansion,
- les deux canaux de liaison (91,92) reliant chacun une chambre de piégeage (81) ou (82) avec une chambre d'expansion (61) ou (62),
- deux clapets capillaires (101) et (102) tels que définis
- 25 précédemment, par lesquels les canaux de liaison (91, 92) communiquent respectivement avec les chambres d'expansion correspondantes (61) et (62), ces deux clapets capillaires s'opposant à tout passage liquide vers les chambres de piégeage (81) et (82) respectivement.

Par "clapet capillaire", et par référence à titre d'exemple au clapet

30 représenté de manière agrandie sous la référence (71) à la figure 3, on entend un clapet sans pièce mobile, constitué par une restriction de type capillaire, s'opposant à tout passage liquide dans un sens donné, par exemple vers la chambre d'expansion (61) concernant le clapet (71), à la figure 3. En pratique un tel clapet capillaire est agencé pour générer une interface entre un gaz, par

exemple de l'air résiduel, et un liquide, par exemple le liquide d'intérêt, interface appelée en pratique ménisque, ce dernier générant une surpression s'opposant en général à tout passage liquide au-delà du clapet, bien entendu en deçà d'une pression donnée, ou seuil de pression.

5 En pratique, l'obtention et la reproductibilité d'un tel ménisque dépendent de nombreux facteurs, au rang desquels on peut citer :

- la géométrie des bords ou parois au niveau desquels le ménisque est obtenu,

10 - la mouillabilité du liquide, et/ou sa tension superficielle par rapport au matériau constituant lesdits bords ou parois, tout traitement approprié de ces derniers, par exemple de type hydrophobe ou hydrophile, étant en particulier à même de modifier les propriétés précitées vis-à-vis du liquide.

15 Comme montré à la figure 1, mais aussi dans l'agrandissement de la figure 3, c'est la géométrie relative des bords ou parois qui est retenue pour générer tout clapet capillaire tel que défini précédemment fonctionnellement.

20 En pratique, compte tenu des micros-technologies mise en œuvre, la cavité opératoire (3) constitue par exemple un micro-réacteur, ayant un volume de l'ordre de 0,1 μl , les chambres d'expansion (61) et (62) ayant un volume de l'ordre de 0,03 μl , ainsi que les chambres de piégeage (81) et (82) ayant un volume de l'ordre de 0,03 μl à 0,15 μl .

En pratique, un dispositif fluide 1 tel que décrit précédemment est par ailleurs adapté (mais de manière non représentée) pour travailler dans un environnement technique lui apportant :

25 - de la chaleur et/ou du froid, pour chauffer et/ou refroidir, d'une part l'ensemble du dispositif 1, et éventuellement séparément les chambres de piégeage (81) et (82) par des sources de chaleur et/ou de froid (21) et (22) en relation d'échange thermique uniquement et respectivement avec lesdites chambres (81) et (82)

30 - une pression ou charge, à la sortie du dispositif, par exemple dans le conduit de sortie (42)

- une source de pression ou charge, à l'entrée du dispositif, par exemple dans le conduit (41), en général supérieure à la pression de sortie, par exemple dans le conduit (42), et ce par tous moyens appropriés, telle

qu'une hauteur de liquide plus haute que la hauteur de liquide à la sortie dudit dispositif, par exemple dans le cas d'un remplissage sous pression, ou par une seringue, elle-même montée sur un pousse-seringue.

5 Par construction, en fonction du support (12), de la géométrie et de la taille du dispositif fluidique (1), l'homme du métier retiendra et ajustera de nombreux paramètres, pour obtenir un fonctionnement stable et reproductible dudit dispositif. Au rang de ces paramètres, on peut citer :

- la mouillabilité du ou des liquides mis en œuvre par rapport à la surface interne du dispositif, considérée en particulier par sa géométrie et ses
- 10 caractéristiques superficielles,
- les pressions extérieures en amont et en aval du dispositif, c'est-à-dire au niveau des conduits d'entrée (41) et de sortie (42) respectivement,
- les températures et les échanges de chaleur, ainsi que leur
- contrôle entre les différentes parties du dispositif.

15 La forme de la cavité opératoire (3) peut être optimisée en fonction de l'application envisagée. La forme de capillaire, montrée à la figure 12, peut être intéressante pour certaines réactions chimiques ; cette forme apparaît être adaptée à une bonne agitation du liquide d'intérêt, pour obtenir une réaction plus homogène ou plus complète.

20 Le dispositif précédemment décrit est maintenant utilisé pour isoler ou confiner le contenu d'une cavité opératoire (3), selon le fonctionnement décrit ci-après.

Au départ, le dispositif (1) est vide, comme montré à la figure 1. Il est donc par exemple rempli naturellement avec de l'air ambiant, sous la

25 pression atmosphérique, ou sous une pression supérieure, selon les pressions d'entrée et de sortie du dispositif, comme indiqué précédemment.

Préférentiellement, par circulation forcée, par exemple au moyen d'une pompe externe, du liquide d'intérêt, à partir du conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les chambres

30 d'expansion (61) et (62), en retenant un gaz résiduel et donc de l'air ambiant dans les deux chambres de piégeage (81) et (82). L'air ambiant se trouve donc piégé dans les chambres (81) et (82) à une température dite de remplissage, identique ou différente de la température ambiante, et à une pression

sensiblement égale à la pression de sortie, c'est-à-dire celle disponible dans le conduit (42).

Compte tenu des clapets capillaires (101) et (102) précédemment décrits, résultant de la construction du dispositif selon figure 1, le liquide
 5 présent dans les chambres d'expansion (61) et (62) est empêché de pénétrer dans les canaux de liaison (91) ou (92) vers les chambres de piégeage (81) et (82) respectivement.

Les figures 4 à 6 décrivent différentes formes possibles de clapet capillaire.

10 Les figures 4 et 5 illustrent un rétrécissement de la section du capillaire dans le cas d'un liquide mouillant. A l'inverse, dans le cas d'un liquide non mouillant, c'est un élargissement de la section du capillaire qui permet un blocage du ménisque au niveau du clapet (cf. figure 6).

La surpression ainsi obtenue au niveau d'un clapet capillaire tel que
 15 précédemment décrit permet d'avoir une exigence moins grande sur la valeur de la pression à appliquer au gaz résiduel.

Le clapet capillaire (101) ou (102) peut être agencé selon l'un des modes d'exécution représenté schématiquement par les figures 4 et 5 respectivement. Selon la figure 4, une chicane (95) est disposée de manière
 20 oblique à la base du canal de liaison (91) et (92) dirigée vers la chambre de piégeage correspondante (81) ou (82). Selon la figure 5 une restriction est ménagée à la base du canal de liaison (91) ou (92).

Après circulation du liquide d'intérêt, on obtient donc l'état du dispositif représenté à la figure 2, dans lequel les conduits (41) et (42), les
 25 chambres d'expansion (61, 62) et la cavité opératoire (3) se trouvent remplies.

Puis on porte le gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage (81) et (82) à une température dite d'isolement, supérieure à la température précédemment appelée de remplissage, pour amener la pression dans les chambres de piégeage (81) et (82) à une valeur suffisante pour évacuer en
 30 totalité le liquide d'intérêt des deux chambres d'expansion (61) et (62), par les deux conduits (41) et (42) respectivement. Dès lors, les chambres d'expansion (61) et (62) se trouvent remplies avec deux bulles de gaz résiduel, isolant la cavité opératoire (3), vis-à-vis de toute fuite du liquide d'intérêt, et/ou de toute diffusion des particules contenues dans ledit liquide d'intérêt, vers les

conduits (41) et (42), ou depuis lesdits conduits (41) et (42) vers ladite cavité (3).

Dans toute la description, par "particule", on entend tout élément discret, par exemple un élément porteur d'une information biologique, comme
 5 une particule chargée électriquement, magnétique, ou amagnétique, supportant une molécule biologique.

On aboutit ainsi à l'état du dispositif représenté à la figure 3, dans lequel la cavité opératoire (3) et les conduits (41) et (42) se trouvent remplis. Dans cet état, le liquide est empêché de pénétrer à partir des conduits (41) et
 10 (42), grâce au clapets capillaires (71) et (72) précédemment décrits, existant naturellement par construction du dispositif, ou spécifiquement agencés à cet effet. De la même manière, à partir de la cavité opératoire (3), le liquide est empêché de pénétrer dans les chambres d'expansion (61) et (62), respectivement grâce aux clapets capillaires (51) et (52).

15 Cette étape d'évacuation peut être effectuée selon des modalités différentes :

- soit on chauffe l'ensemble du dispositif à la température dite d'isolement, et en pareil cas les deux bulles du gaz résiduel se forment simultanément dans les chambres (61) et (62),

- 20 - soit on chauffe l'une après l'autre, les chambres de piégeage (81) et (82) respectivement avec les sources chaudes (21) et (22), et les deux bulles du gaz résiduel sont obtenues l'une après l'autre, dans les chambres d'expansion (61) et (62),

- soit on chauffe l'ensemble du dispositif, en particulier pour la mise
 25 en œuvre d'une réaction chimique au sein d'un mélange réactionnel dans la cavité opératoire (3) et on chauffe en plus, l'une après l'autre les chambres de piégeage (81) et (82).

S'agissant des chambres de piégeage (81) et (82), elles sont dimensionnées en sorte de contenir initialement un volume du gaz résiduel,
 30 qui, chauffé à la température dite d'isolement, occupe complètement ou partiellement les chambres d'expansion (61) et (62) respectivement. Par ailleurs, ces mêmes chambres (81) et (82) ont un rôle de compensation, lorsque du liquide remonte naturellement vers elles, au moment du refroidissement du dispositif, jusqu'à une température éventuellement plus
 35 faible que la température de remplissage. Dès que la température

ré-augmente, le liquide retourne, sans capture à l'intérieur des chambres (81) et (82), vers les chambres d'expansion (61) et (62) respectivement.

Il est bien entendu que l'utilisation du dispositif fluidique (1), aux fins d'isoler ou confiner une cavité opératoire (3), décrite précédemment, peut
5 être faite sans chambres d'expansion (61) et (62).

Selon la description précédente, de manière particulièrement simple, et en particulier par un actionnement purement thermo-pneumatique dans la cavité opératoire (3), on peut donc isoler un mélange réactionnel contre la diffusion vers l'extérieur de toutes particules ou espèces qu'il contient. Grâce
10 à ce confinement, la concentration du mélange réactionnel n'est pas modifiée, ce qui peut être indispensable au rendement et à l'intégrité de la réaction mise en œuvre.

On décrit maintenant l'utilisation du même dispositif fluidique (1) pour agiter le contenu de la cavité opératoire (3). Pour une telle utilisation :

- 15 - les deux chambres d'expansion (61) et (62) sont sensiblement identiques, en particulier en volume,
- les deux chambres de piégeage (81) et (82) sont sensiblement identiques, en particulier en volume,
- et les deux chambres de piégeage (81) et (82) sont chauffées de
20 manière localisée et indépendante grâce aux sources chaudes (21, 22) respectivement.

Comme déjà décrit par référence à la figure 2, préalablement, par circulation du liquide d'intérêt à partir du conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les deux chambres
25 d'expansion (61) et (62), en retenant le gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage (81) et (82), à une température prédéterminée, appelée précédemment de remplissage. Le dispositif se trouve donc dans l'état représenté schématiquement à la figure 2.

A partir de la température de remplissage, on augmente la
30 température du gaz résiduel dans l'une (81) et dans l'autre (82) des chambres de piégeage, à une température de référence ; cette augmentation de la température dans les chambres (81) et (82) est de préférence simultanée. Mais la température de référence dans la chambre (82) de piégeage a une valeur haute, supérieure à la valeur dite basse, dans l'autre chambre (81)

de piégeage. Du fait de cet écart des températures de référence, respectivement dans les chambres (81) et (82), la chambre d'expansion (62) se trouve remplie complètement par une bulle du gaz résiduel, tandis que la chambre d'expansion (61) se trouve remplie partiellement par le même gaz résiduel. Dès lors, d'une part une quotité (20) discrète du liquide d'intérêt demeure dans la chambre d'expansion (61), et d'autre part le gaz résiduel se trouve comprimé du côté des chambres d'expansion (61) et de piégeage (81). On aboutit ainsi à l'état du dispositif représenté à la figure 7.

Entre les états du dispositif (1) représentés respectivement aux figures 2 et 6, le volume du liquide d'intérêt déplacé s'est écoulé vers les conduits d'entrée (41), et/ou de sortie (42). Si nécessaire, on peut chauffer le gaz résiduel présent dans la chambre de piégeage (81), puis le gaz résiduel présent dans la chambre de piégeage (82), ce qui facilite l'évacuation du liquide vers le conduit de sortie (42).

Puis on augmente, d'un incrément Δt la température du gaz résiduel dans l'autre chambre de piégeage (81), à partir de la température de référence précédemment atteinte, tandis que la température de référence dans la chambre de piégeage (82) n'est pas modifiée. Il est bien entendu possible d'inverser simplement les échanges thermiques des sources de chaleur (21, 22) pour aboutir au même résultat. Dès lors, d'une part la quotité (20) du liquide d'intérêt se trouve déplacée, de la cavité opératoire (3) vers la chambre d'expansion (62) associée à la chambre de piégeage (81), en étant ainsi évacuée de la chambre d'expansion (61), et d'autre part le gaz résiduel se trouve comprimé dans la chambre d'expansion (62).

On aboutit ainsi à l'état du dispositif représenté à la figure 8.

Ce refroidissement peut être avantageusement obtenu de façon naturelle, par simple convection et dissipation de la chaleur, puisque le dispositif fluïdique selon l'invention présente des dimensions très faibles.

Puis on ramène la température du gaz résiduel dans l'autre (81) des chambres de piégeage à la température dite de référence, à sa valeur basse, moyennant quoi on déplace la même quotité (20) vers la chambre d'expansion (61) associée à ladite chambre de piégeage (81), pour retrouver l'état schématisé à la figure 7.

Les opérations précédemment décrites peuvent être générées un nombre entier de fois, pour générer des oscillations de la quotité discrète (20) de part et d'autre de la cavité opératoire (3). Ces oscillations peuvent être

obtenues à des fréquences de 0,5 Hz à 25 Hz. Elles peuvent être provoquées sur une durée de l'ordre de l'heure, correspondant à la durée de la réaction chimique (ou autre) dans la cavité opératoire (3).

Par conséquent, le dispositif (1) fluïdique selon Figure 1 peut être
5 utilisé, pour isoler ou confiner et agiter tout ou partie d'un liquide d'intérêt au niveau de la cavité opératoire (3), selon les étapes opératoires suivantes :

a) préalablement, par circulation du liquide d'intérêt, à partir d'un conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les chambres d'expansion (61, 62), en retenant un gaz
10 résiduel dans les deux chambres de piégeage (81, 82),

b) après circulation du liquide d'intérêt, on porte le gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage, à une température dite d'isolement, pour amener la pression dans lesdites chambres de piégeage à une valeur dite pression d'équilibre, suffisante pour évacuer tout ou partie du liquide d'intérêt
15 des deux chambres d'expansion (61, 62) par au moins un des deux conduits (41, 42), et remplir tout ou partie desdites chambres avec deux bulles du gaz résiduel, isolant la cavité opératoire vis-à-vis de toute fuite du liquide d'intérêt et/ou de toute diffusion des particules contenues dans ledit liquide d'intérêt vers les dits conduits (41, 42),

20 c) on modifie la température du gaz résiduel présent dans au moins l'une des chambres de piégeage (81, 82), afin de modifier sa pression et déplacer le liquide d'intérêt vers l'une des chambres d'expansion (61, 62), sans rompre l'isolement de la cavité opératoire (3),

d) on modifie à nouveau la température du gaz résiduel présent
25 dans au moins l'une des chambres de piégeage (81, 82) afin de modifier à nouveau sa pression et déplacer le liquide d'intérêt vers l'autre des chambres d'expansion (61, 62), sans rompre l'isolement de la cavité opératoire (3).

La pression obtenue à l'étape (d) est la pression d'équilibre.

Préférentiellement, on réitère les étapes (c) et (d).

Les opérations précédemment décrites peuvent être générées un nombre entier de fois, pour générer des oscillations de la quotité discrète (20) de part et d'autre de la cavité opératoire (3), à travers de cette dernière, le gaz résiduel étant comprimé dans chaque sens, soit dans la chambre d'expansion (62) ou dans la chambre d'expansion (61), et exerçant à chaque fois une action de rappel en sens inverse.

Comme précédemment décrit par référence aux figures 1 à 3, on observe qu'on obtient non seulement une fonction d'agitation, mais également une fonction d'isolation, puisque le volume du liquide d'intérêt, présent dans la cavité opératoire (3) se trouve isolé, avec la quotité (20) discrète du même liquide, représentant en général quelques % du volume de la cavité opératoire (3). En particulier, les clapets capillaires (71, 72, 51, 52, 101 et 102) jouent exactement le même rôle dans la fonction d'agitation que dans la fonction d'isolation pure.

Grâce aux mêmes clapets capillaires, le gaz résiduel se trouve comprimé, sans pouvoir s'écouler, ni vers le conduit d'entrée (41) ni vers le conduit de sortie (42). Ainsi le gaz résiduel peut jouer un rôle d'amortisseur dans la fonction d'agitation précédemment décrite.

La quotité (20) du liquide d'intérêt est déterminée par l'association de la géométrie des chambres d'expansion (61) et (62), et le choix des températures dites d'agitation précédemment exposées.

Comme montré par les figures 9 à 11, les chambres d'expansion (61) ou (62) peuvent avoir une géométrie prédéterminée, pour obtenir une structure dite à "seuil".

Selon ces figures, chaque chambre d'expansion (61) ou (62) comporte, en direction de la cavité opératoire (3), deux rétrécissements successifs A et B, vers des diamètres ou sections respectivement inférieurs l'une à l'autre. En conséquence, à partir d'un remplissage complet de la chambre d'expansion (61) selon la figure 9, pour passer à une évacuation complète, il est requis d'augmenter la température de manière non linéaire, selon deux paliers ou seuils, compte tenu de l'augmentation de la force de capillarité d'un rétrécissement à l'autre, au niveau de l'interface ou ménisque entre le liquide d'intérêt et le gaz résiduel. Ceux-ci permettent une variation de volume discrète, ou par palier, et donc un pilotage thermique plus souple du dispositif fluide selon l'invention, soit en isolation, soit en agitation ou les deux.

Bien entendu, l'agitation précédemment décrite par référence aux figures 7 et 8 peut être obtenue avec des amplitudes et des fréquences préalablement choisies. Elle intervient localement dans le dispositif, et ne nécessite pas d'introduire des particules ou d'autres moyens; puisque seul le
5 gaz résiduel, piégé passivement lors du remplissage avec le liquide d'intérêt est le seul moyen utilisé à cette fin, et ce en périphérie ou à l'extérieur du liquide d'intérêt isolé.

Au total, grâce au dispositif fluidique selon l'invention, on peut, de manière particulièrement simple, et seulement avec un contrôle thermique ou
10 autre, obtenir à la fois, soit un isolement dans la cavité opératoire (3) contre toute fuite dudit liquide et/ou diffusion de particules vers l'extérieur, soit le même isolement mais avec agitation.

REVENDECATIONS

1) Dispositif fluide (1) agencé à partir d'un ou plusieurs composants, par exemple à partir d'un support (12), comprenant :

- une cavité opératoire (3),
- 5 - au moins deux conduits (41, 42), par exemple d'entrée (41) et de sortie (42) d'un liquide d'intérêt, communiquant avec la cavité opératoire (3),
- au moins deux organes (51, 52) sans pièce mobile, du type vanne, pour le contrôle de ladite cavité, caractérisé en ce que le dispositif comprend en outre deux chambres de piégeage (81, 82) d'un gaz, par exemple
- 10 de l'air, communiquant uniquement et respectivement avec les deux conduits (41, 42) par deux canaux de liaison (91, 92) respectivement, avec des moyens de contrôle de la pression du gaz dans l'une et/ou l'autre chambre de piégeage (81, 82).

15 2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de contrôle de la pression sont deux sources chaudes (21, 22), en relation d'échange thermique avec respectivement les deux chambres de piégeage (81, 82).

20 3) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de contrôle de la pression sont une seule source chaude, en relation d'échange thermique avec les deux chambres de piégeage (81, 82).

4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, il comprend deux chambres d'expansion (61, 62),

25 disposées chacune entre ladite cavité opératoire (3) et chaque conduit (41, 42), chaque chambre communiquant d'un côté avec ledit conduit par un premier clapet capillaire (71, 72) sans pièce mobile, s'opposant à tout passage liquide vers ladite chambre, et de l'autre côté avec ladite cavité par un second clapet capillaire (51, 52), s'opposant à tout passage liquide vers ladite chambre, les

30 deux canaux de liaison (91, 92) reliant chacun une chambre de piégeage (81, 82) avec une chambre d'expansion (61, 62).

5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque canal de liaison (91, 92) communique avec la chambre d'expansion

35 correspondante (61, 62), par un clapet capillaire (101, 102) sans pièce mobile,

s'opposant à tout passage liquide vers ladite chambre de piégeage (81) ou (82).

5 6) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque clapet capillaire est agencé pour générer une surpression à l'interface entre le gaz et le liquide d'intérêt, dit ménisque, s'opposant à tout déplacement du liquide au-delà du clapet, à l'encontre de la surpression.

10 7) Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque clapet capillaire (71, 72, 51, 52, 101, 102) comporte un siège dont la section augmente en direction de la concavité dudit ménisque, quand le liquide d'intérêt est mouillant, ou dont la section diminue en direction de ladite concavité quand ledit liquide d'intérêt n'est pas mouillant.

15 8) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les deux chambres d'expansion (61, 62) sont sensiblement identiques, notamment en volume.

20 9) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux chambres de piégeage (81, 82) sont sensiblement identiques, notamment en volume.

25 10) Utilisation du dispositif (1) fluide selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, pour isoler ou confiner tout ou partie d'un liquide d'intérêt au niveau de la cavité opératoire (3), caractérisée en ce que :

a) préalablement, par circulation du liquide d'intérêt, à partir d'un conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les chambres d'expansion (61, 62), en retenant un gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage (81, 82),

30 b) après circulation du liquide d'intérêt, on porte le gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage, à une température dite d'isolement pour amener la pression dans lesdites chambres de piégeage à une valeur dite pression d'équilibre, suffisante pour évacuer tout ou partie du liquide d'intérêt des deux chambres d'expansion (61, 62) par au moins un des deux conduits
35 (41, 42), et remplir tout ou partie desdites chambres avec deux bulles du gaz résiduel, isolant la cavité opératoire vis-à-vis de toute fuite du liquide d'intérêt

et/ou de toute diffusion des particules contenues dans ledit liquide d'intérêt vers les dits conduits (41, 42).

11) Utilisation du dispositif (1) fluïdique selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, pour isoler ou confiner et agiter tout ou partie d'un liquide d'intérêt au niveau de la cavité opératoire (3), caractérisé en ce que :

a) préalablement, par circulation du liquide d'intérêt, à partir d'un conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les chambres d'expansion (61, 62), en retenant un gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage (81, 82),

b) après circulation du liquide d'intérêt, on porte le gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage, à une température dite d'isolement, pour amener la pression dans lesdites chambres de piégeage à une valeur dite pression d'équilibre, suffisante pour évacuer tout ou partie du liquide d'intérêt des deux chambres d'expansion (61, 62) par au moins un des deux conduits (41, 42), et remplir tout ou partie desdites chambres avec deux bulles du gaz résiduel, isolant la cavité opératoire vis-à-vis de toute fuite du liquide d'intérêt et/ou de toute diffusion des particules contenues dans ledit liquide d'intérêt vers lesdits conduits (41, 42),

c) on modifie la température du gaz résiduel présent dans au moins l'une des chambres de piégeage (81, 82), afin de modifier sa pression et déplacer le liquide d'intérêt vers l'une des chambres d'expansion (61, 62), sans rompre l'isolement de la cavité opératoire (3),

d) on modifie à nouveau la température du gaz résiduel présent dans au moins l'une des chambres de piégeage (81, 82), afin de modifier à nouveau sa pression et déplacer le liquide d'intérêt vers l'autre des chambres d'expansion (61, 62), sans rompre l'isolement de la cavité opératoire (3).

12) Utilisation selon la revendication 11, caractérisée en ce que la pression obtenue à l'étape (d) est la pression d'équilibre.

13) Utilisation selon la revendication 11 ou 12, caractérisée en ce que l'on réitère les étapes (c) et (d).

14) Utilisation du dispositif (1) fluïdique selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, pour agiter le contenu de la cavité opératoire (3), caractérisée en ce que :

10 a) préalablement, par circulation du liquide d'intérêt, à partir d'un conduit d'entrée (41) vers l'autre conduit de sortie (42), on remplit la cavité opératoire (3) et les deux chambres d'expansion (61, 62), en retenant un gaz résiduel dans les deux chambres de piégeage (81, 82) à une température prédéterminée, dite de remplissage,

15 b) ensuite, à partir de la température de remplissage, on chauffe le gaz résiduel à une température dite de référence dans l'une (81) et l'autre (82) des chambres de piégeage, mais à une valeur supérieure dite haute dans l'une (82) par rapport à la valeur dite basse dans l'autre (81) chambre de piégeage, moyennant quoi on forme dans la chambre d'expansion (61) associée à ladite
20 autre chambre de piégeage (81), une quotité (20) discrète du liquide d'intérêt, en comprimant le gaz résiduel qui s'y trouve, et on forme dans la chambre d'expansion (62) associée à la chambre de piégeage (82) une bulle de gaz résiduel,

25 c) on augmente à nouveau la température du gaz résiduel dans l'autre (81) des chambres de piégeage, moyennant quoi on déplace la même quotité (20) du liquide d'intérêt de la cavité opératoire (3) vers la chambre d'expansion (62) associée à ladite chambre de piégeage (82), en comprimant le gaz résiduel qui s'y trouve,

30 d) on ramène la température du gaz résiduel dans l'autre (81) des chambres de piégeage à la température dite de référence, à sa valeur basse, moyennant quoi on déplace la même quotité (20) vers la chambre d'expansion (61) associée à ladite chambre de piégeage (81),

15) Utilisation selon la revendication 14, caractérisée en ce que, lors de l'étape (b), on chauffe le gaz résiduel dans l'une (81) et l'autre (82) des chambres de piégeage, simultanément ou successivement.

- 5 16) Utilisation selon la revendication 14, caractérisée en ce que on répète les opérations (c) et (d) un nombre entier de fois, pour générer des oscillations de la quantité discrète (20) au travers de la cavité opératoire (3).

FIG 1

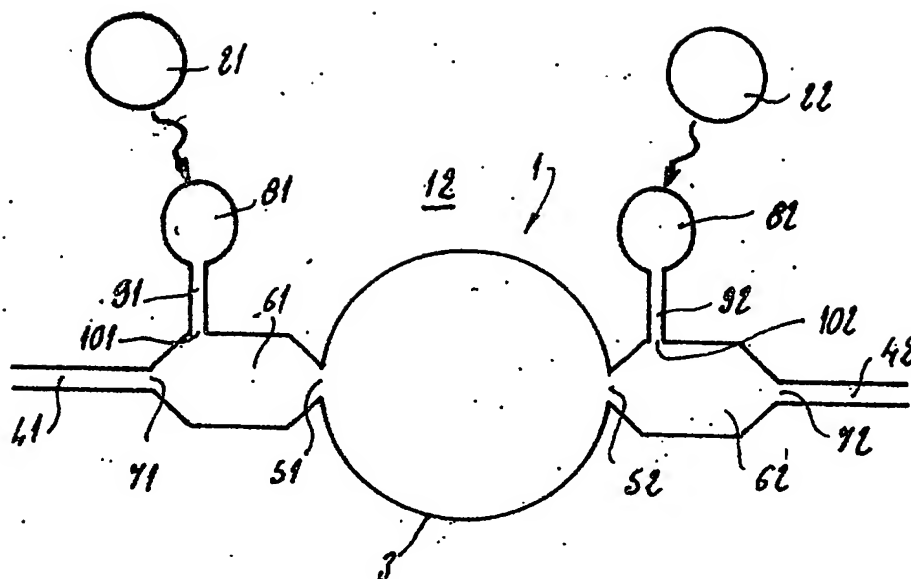


FIG 2

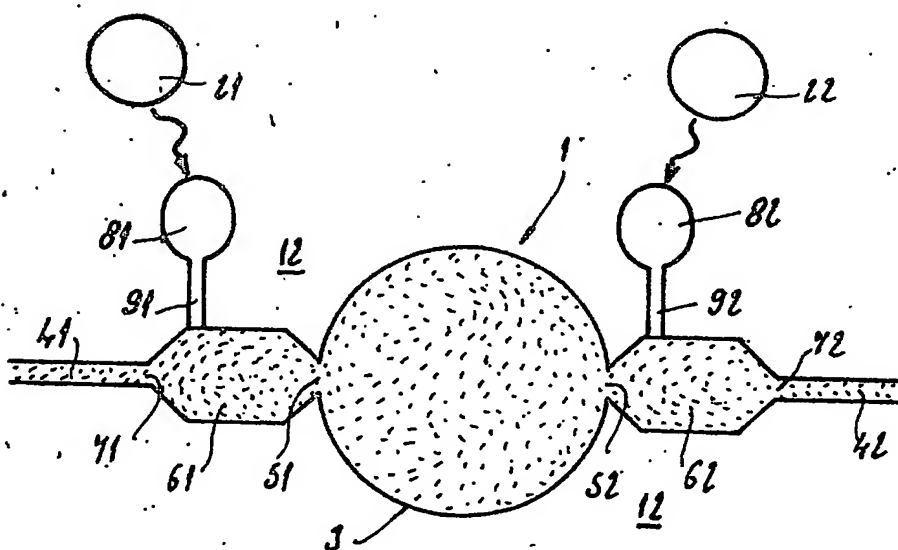


FIG 3

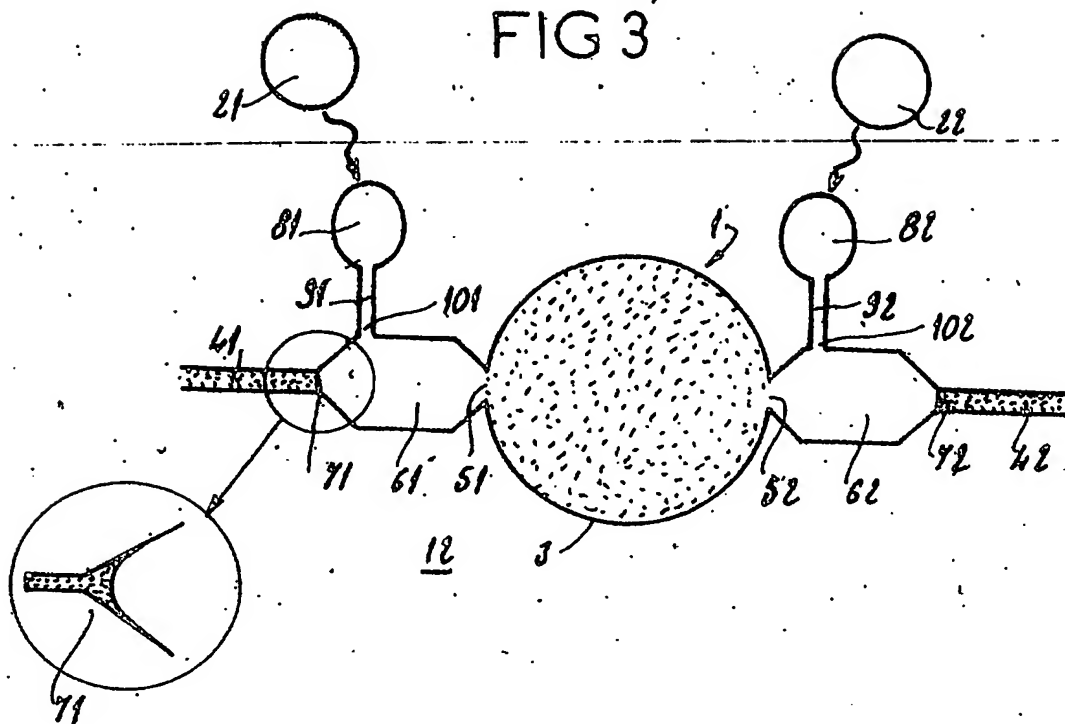


FIG 5

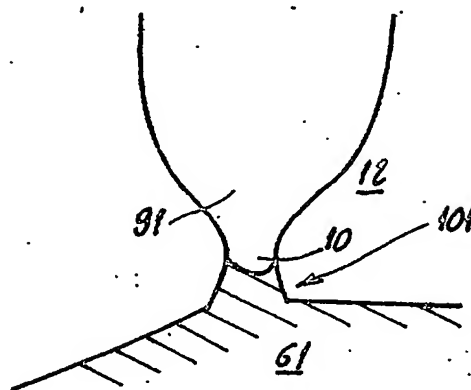


FIG 4

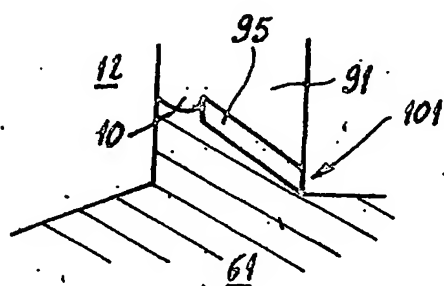


FIG 6

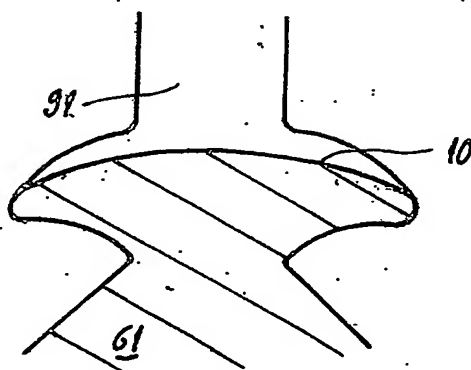


FIG 7

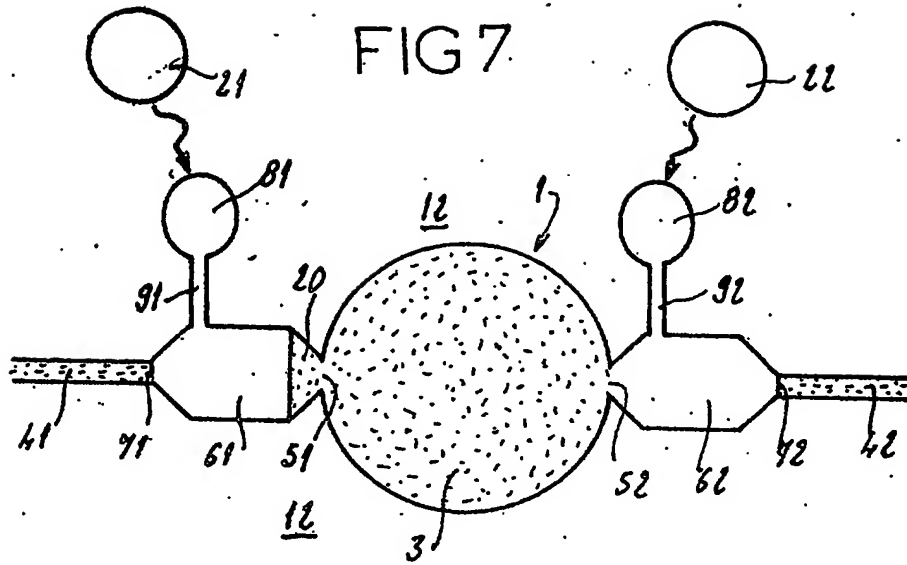


FIG 8

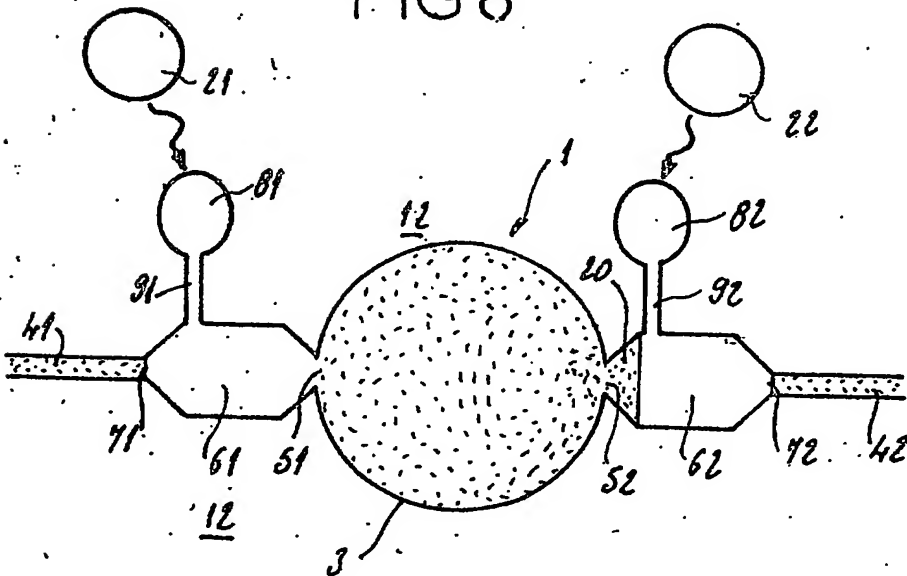


FIG 9

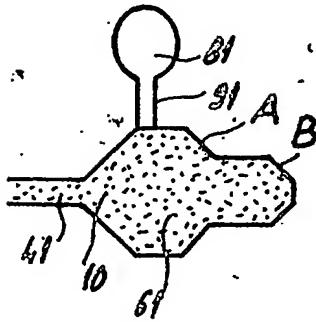


FIG 10

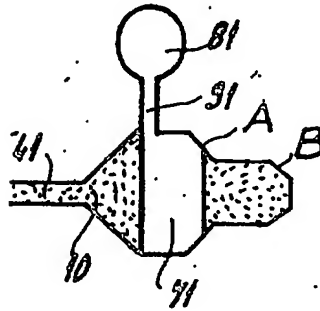


FIG 11

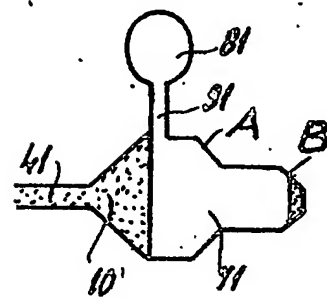
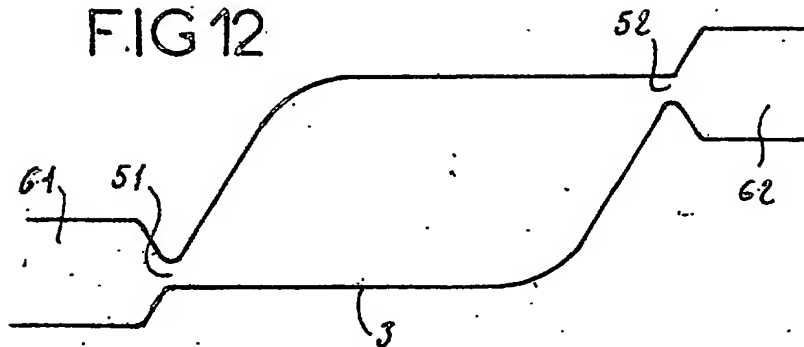


FIG 12



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .../...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		DoG/VP/B05B37875 AGISO	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02.08038	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Dispositif fluide permettant de manière thermo-pneumatique l'isolement et éventuellement l'agitation du contenu d'une cavité opératoire			
LE(S) DEMANDEUR(S) : BIO MERIEUX 69280 MARCY L'ETOILE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33 rue de la Fédération 75015 PARIS			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		SARRUT	
Prénoms		Nicolas	
Adresse	Rue	140 rue Georges Macder	
	Code postal et ville	38170	SEYSSINET-PARISSET
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		POUTEAU	
Prénoms		Patrick	
Adresse	Rue	220 allée J.F. Thorrand	
	Code postal et ville	38340	VOREPPE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		FOUILLET	
Prénoms		Yves	
Adresse	Rue	17 chemin des Carrières	
	Code postal et ville	38340	VOREPPE
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Mireille DIDIER CPI Lyon le, 29 juillet 2002		Mireille DIDIER CPI 971202 